Lane Medical Library

Über den Mechanismus der Expectoration.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

Medicin, Chirurgie und Geburtshülfe,

welche

nebst beigefügten Thesen

mit Zustimmung der Hohen Medicinischen Fakultät

der Königlichen Universität zu Greifswald

am

Dienstag, den 21. März 1899,

Mittags 1 Uhr

öffentlich verteidigen wird

Karl Koepke

aus Magdeburg.

Opponenten:

Herr Dr. med. Walter Gude.
Herr Dr. med. Franz Siebert.
Herr Dr. med. Hermann Schroeder.

Greifswald.
Druck von Julius Abel.
1899.

Herrn Geheimen Medicinalrat Professor

Dr. Paul Krabler

in Liebe und Dankbarkeit

gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40154003_0043

Im Verlauf meiner klinischen Studien wurde ich durch einen bestimmten Fall veranlasst, mich näher über das Zustandekommen der Expectoration zu orientieren. Hieraus entstand die vorliegende Arbeit.

Bei Durchsicht der mir zu Gebote stehenden Litteratur fiel mir auf, dass mit Ausnahme einiger Fälle obiges Thema wenig bearbeitet, und auch die Lehr- und Handbücher der Physiologie über diesen Vorgang keine genügende Aufklärung geben, während über ähnliche physiologische Prozesse, wie Erbrechen, Defäkation, Ejaculation etc., teils mehr, teils minder zahlreiche Abhandlungen vorliegen. Es erklärt sich dies wohl aus den grossen technischen Schwierigkeiten, die der experimentellen Erforschung dieses Vorganges entgegenstehen, während andererseits eine direkte und unanfechtbare Erklärung physiologischer Prozesse nur auf experimentellem Wege möglich erscheint.

Im Folgenden habe ich versucht, durch Zusammenstellung von Folgerungen und Ergebnissen aus vorhandenen Abhandlungen und Untersuchungen in etwas zur Lösung obiger Frage beizutragen.

Unter Expectoration versteht man die Herausbeförderung von Sekretmassen aus den Alveolen, Bronchiolen, kleineren und grösseren Bronchien, aus der Trachea, durch die Epiglottis, den Pharynx und die Mundhöhle nach aussen, wobei allerdings, je nach dem Orte der Bildung des Sekretes, nicht immer alle eben genannten Teile des Respirationstraktus beteiligt sind. Die Expectoration muss also, da sich die betreffenden Stoffe nicht von selbst heraufbewegen können,

das Resultat bestimmter Kräfte sein. Hierbei muss man nun analog den zwei Stadien der Expectoration auch zwei Arten von Kräften unterscheiden, erstens diejenigen, welche der Heraufbeförderung der Sputa aus den Endästen der Bronchien bis in die grösseren Stämme und in die Trachea dienen, und zweitens diejenigen, welche das eigentliche Auswerfen der Sekretmassen bewirken. — Ferner ist auch zu unterscheiden zwischen normaler und pathologischer Expectoration, oder besser gesagt, zwischen der Expectoration, welche bei normalem Zustand des Respirationstraktus stattfindet, und derjenigen bei krankhaft verändertem Zustand des letzteren. Diese vier Punkte sind bisher anscheinend zu wenig berücksichtigt, und daraus erklären sich wohl auch die verschiedenen Theorien über das Zustandekommen der Expectoration, indem man fast immer nur das eine oder das andere Stadium ohne Rücksicht auf den normalen oder pathologischen Zustand erklärt findet.

Nach der in den bekanntesten Lehrbüchern der Physiologie vertretenen Ansicht sind die Kräfte, welche für die Expectoration insgesamt verantwortlich gemacht werden, entweder der Husten oder die Flimmerbewegung der Bronchialschleimhaut. Der Erste, der diese Kräfte als unzulänglich verwarf, war Henle[1]), welcher versuchte, das Phänomen der Expectoration durch eine peristaltische Bewegung der Bronchien zu erklären. Seine Anschauung fand aber in der späteren Litteratur keine Berücksichtigung. Zwar finden sich hier und da Andeutungen einer ähnlichen Ansicht, indem Hermann[2]) z. B. erwähnt, dass möglicherweise auch die Bronchialmuskulatur zur Entfernung von Schleim etc. aus

[1]) Henle: Über Tonus, Krampf und Lähmung der Bronchien und über Expectoration. Zeitschrift für rationelle Medicin. Zürich 1844 Bd. I p. 249.

[2]) Hermann, Grundriss der Physiologie des Menschen. Berlin 1867. p. 148.

den feineren Bronchien benutzt werde. — In neuerer Zeit hat Nicaise[1]) wieder versucht, die Mitwirkung der Bronchialmuskeln bei der Expectoration in Abrede zu stellen und als Hauptfaktor für die Aufwärtsbewegung der Sekrete in dem Bronchialbaum den exspiratorischen Luftstrom anzunehmen. — Doch wir werden noch Gelegenheit haben, sowohl auf die Arbeit von Henle als auch auf die von Nicaise ausführlicher einzugehen, da sie ja z. T. wenigstens sich vorzugsweise mit unserer Frage befassen.

Nach dem eben Angeführten hätten wir also erstens den Husten, dann die Flimmerbewegung, drittens die Bronchialmuskulatur und viertens den exspiratorischen Luftstrom für die Expectoration verantwortlich zu machen. Ehe wir jedoch auf diese einzelnen Kräfte eingehen, möchte ich noch darauf hinweisen, dass selbstverständlich auch die Beschaffenheit des Herauszubefördernden eine grosse Rolle bei dem austreibenden Mechanismus spielt, dass die Thätigkeit des letzteren durch Veränderung der ersteren wesentlich beeinflusst — erleichtert oder erschwert — werden kann.

Wenden wir uns nun zunächst zu dem Husten und fragen wir uns, ist jener wirklich allein im Stande, die im Bronchialbaum vorhandenen Sekrete von den Endigungen bis in die grösseren Bronchialstämme und von hier nach aussen zu befördern!

Unter Husten versteht man ein oder mehrere kurze Exspirationsstösse nach vorhergegangener tiefer Inspiration und Glottisschluss. — Ist nun zwar auch der Luftdruck im Respirationstraktus bei diesem Akte ein ziemlich bedeutender, wie die Untersuchungen von Kramer[2]), Waldenburg[3])

[1]) Nicaise: Physiologie de la trachée et des bronches. Revue de Médecine, neuvième année, Paris 1889. p. 960.

[2]) Haesers Archiv, Bd. IX 1847 p. 321 ff.

[3]) Waldenburg: Die pneumatische Behandlung. 1880.

und am exaktesten wohl die von Aron[1]) ergeben haben, so kann man sich doch dem Einwand Henles[2]) nicht verschliessen, der es für sehr unwahrscheinlich hält, dass durch die Kompression des Lungengewebes und der Bronchien bei der verstärkten Exspiration die Sputa fortbewegt werden können, und zum Beweise anführt, welche Kraft man aufwenden müsse, um durch Druck oder Stoss an einer toten, reichlich mit Schleim angefüllten Lunge den Inhalt der Bronchien aus den feineren Verzweigungen in die grösseren Aeste hinaufzutreiben. «Würde nun,» fährt er fort, «ein-oder mehrmaliges Husten den Schleim auch etwas fördern, so könnte nichts verhüten, dass er in der Pause, dem Gesetz der Schwere folgend, wieder rückwärts in die Aeste flösse. Mit dem Husten hätte man aber nicht nur den Schleim auszuwerfen, sondern denselben auch, da er den Wänden oft ziemlich fest anhaftet, zu lösen. Dazu ist der beim Husten erregte Luftstrom allerdings ein sehr geeignetes Mittel, aber nur dann, wenn das Auszusondernde in den Strom gerät. Wie aber, wenn die blinden Enden der Bronchien mit Flüssigkeit erfüllt sind, wenn also gar keine Luft hinter oder unter dieselbe gelangt? Dann würde ja die Kraft, die lösen oder stossen soll, gleichsam vor dem zu stossenden Körper erst zu wirken beginnen.»

Können nun ferner die Schleimmassen, solange sie sich in den kleineren Bronchien befinden, überhaupt den Hustenreflex auslösen? Sehen wir uns in der einschlägigen Litteratur um!

Die ersten Experimente über die Erregung des Hustens stellte m. W. W. Krimer[3]) an. Er konnte bei Tieren durch Eingiessen

[1]) Aron: Ueber einen Versuch, die Spannung der Luft in der Trachea des lebenden Menschen zu messen. Virchows Archiv 129. Bd. Berlin 1892 p. 426.

[2]) A. a. O. p. 281.

[3]) W. Krimer: Untersuchungen über die nächste Ursache des Hustens. Leipzig 1819.

von Aetzkalilösung und Einblasen von Eisenfeilspähnen in die Trachea Husten hervorrufen. Henle[1]), Budge[2]) und Blumberg[3]) sahen dagegen auf mechanische und chemische Reizung der Tracheal- und Bronchialschleimhaut keinen Husten auftreten, wärend Longet[4]) jedoch wieder Hustenstösse bei Reizung der Bronchialschleimhaut erhielt. Desgleichen giebt Nothnagel[5]) an, dass von der Bronchialschleimhaut aus direkt Husten erregt werden kann. Der Effekt sei hier allerdings nicht so exakt, wie vom Larynx und der Bifurkationsstelle her, der Reiz müsse ebenso wie bei der Trachea etwas stärker einwirken, und die Wirkung erfolge langsamer und schwächer. Dasselbe fand Kohts[6]) im verstärkten Maase, indem er nur bei sehr starken Reizen auf die Bronchialschleimhaut schwache Hustenstösse auslösen konnte, während es bei Reizung des Lungenparenchyms bezw. der Alveolen ihm und Nothnagel misslang. Einen weitern Beweis für die verschieden verteilte Reflexerregbarkeit in den oberen und tieferen Luftwegen liefern die Versuche von Zagari[7]), dem es gelang, einen starken Inspirationsreflex durch konzentrierte Kohlensäure hervorzurufen, an dessen Zustandekommen nur die Hauptbronchien, aber nicht die Lungenalveolen und kleinen Bronchien beteiligt waren.

---

[1]) Rationelle Pathologie 1853.

[2]) Allgemeine Pathologie p. 232.

[3]) Blumberg: Untersuchungen über die Hemmungsfunktionen des N. laryngeus superior. Inaug. Dissert. Dorpat 1865.

[4]) Anatomie und Physiologie des Nervensystems. Leipzig 1849. Tom. II p. 264.

[5]) Nothnagel: Zur Lehre vom Husten. Virchows Archiv 44. Bd. Berlin 1868. p. 95.

[6]) Koths: Experimentelle Untersuchungen über den Husten. Virchows Archiv 60. Bd. p. 191. Berlin 1874.

[7]) Zagari: Wirkung des Chloroforms, des Ammoniaks und des Bromaethyls auf die Athmung mit besonderer Beziehung auf den durch die Kohlensäure bedingten inspiratorischen Reflex von Seiten der Hauptbronchien. Du Bois-Reymonds Archiv, Jahrgang 1891, Leipzig. p. 37 u. 51.

Fassen wir also die Resultate zusammen, so ergiebt sich, dass Husten zwar auch von den Bronchien her experimentell hervorgerufen werden kann, dass man aber jedenfalls, je tiefer man im Respirationstraktus kommt, auch stärkere Reize anwenden muss, bis bei den Alveolen überhaupt kein Husten mehr ausgelöst werden kann. — Nun ist es aber noch sehr fraglich, ob die sezernierten Schleimmassen ebenso reizend wirken, wie die «stärkeren» und «sehr starken» Reize der Experimentatoren, selbst wenn im entzündeten Zustande die Bronchialschleimhaut eine erhöhte Reflexerregbarkeit besitzen sollte.

Henle[1]) sieht noch einen ferneren Beweis für die verschieden vertheilte Reflexerregbarkeit in der verschiedenen Heftigkeit des Hustens bei Entzündungen der Respirationsschleimhaut. Während derselbe bei der Bronchitis sehr heftig aufträte, sei er in der Pneumonie dagegen, wo die Entzündung doch ein viel grösseres Gebiet einnähme, aber sich mehr auf die feineren Zweige erstrecke, nach Williams[2]) ein unsicheres Sympton. Fehle er zwar auch in der Pneumonie nur sehr selten, so stehe er doch in keinem Verhältnis zur Intensität der Entzündung und rühre höchst wahrscheinlich nur von der begleitenden Bronchitis her.

Nach alledem müssen wir annehmen, dass der Husten besonders auf Reizung der oberen Luftwege reflektorisch ausgelöst wird, und dass also die Sputa ihn auch erst dann hervorrufen können, wenn sie dorthin gelangt sind, dass er also für das Stadium des eigentlichen Auswerfens verantwortlich zu machen ist. Für die Aufwärtsbewegung der Sekrete in den kleineren Bronchien dagegen müssen andere Kräfte thätig sein.

Werden diese nun von der Flimmerbeweguug geliefert?

---

[1]) A. a. O. p. 283.

[2]) Williams: Vorlesungen über die Krankheiten der Brust. Aus dem Englischen von Behrend. Leipzig 1841. p. 226.

Die ersten grösseren Untersuchungen über dieselbe stammen von Purkinje und Valentin[1]). Der für unsere Frage in Betracht kommende Abschnitt ihrer Arbeit lautet: „Denn durch die Flimmerbewegung können die Secreta der Schleimhäute, in denen sie vorkommen, unmittelbar weiter befördert werden, und hierdurch dürfte vielleicht manches sonderbare Phänomen seine genügende Erklärung finden. So bringen wir den während eines länger anhaltenden Schlafes sich ansammelnden Bronchialschleim nie aus der Tiefe der Lungen hervor, sondern aus dem Kehlkopf oder dem Anfang der Luftröhre." —

Die zahlreichen späteren Abhandlungen und Untersuchungen über das Flimmerepithel beschäftigen sich in gleicher Weise mit den verschiedenen mechanischen, chemischen und thermischen Reizen und deren Wirkung auf die Flimmerbewegung oder mit den Bedingungen des Zustandekommens derselben, und haben also vorerst hier für uns kein weiteres Interesse, um so mehr, als sich sowohl bei Engelmann[2]) als auch bei Weinland[3]) genaue historische Zusammenstellungen darüber finden. Nur eine Arbeit von Kraft[4]) möchte ich hier noch anführen, der zum ersten Mal versuchte, die physiologische Bedeutung der Flimmerepithelien näher zu erklären und zu dem

---

[1]) Purkinje u. Valentin: a) Entdeckung kontinuierlicher durch Wimperhaare erzeugter Flimmerbewegungen. Breslau 1834.

b) De phaenomeno generali et fnndamentali motus vibratorii continui in membranis cum externis tum internis animalium plurimorum et superiorum et inferiorum ordinum. Breslau 1834. Citirt nach Joh. Müllers Archiv, Jahrg. 1834 p. 391.

[2]) Engelmann: Ueber die Flimmerbewegung. Jenaische Zeitschrift für Medicin uud Naturwissenschaften IV. Bd. Leipzig 1868.

[3]) Weinland: Ueber die chemische Reizung des Flimmerepithels. Pflügers Archiv für die gesammte Physiologie. 58. Bd. Bonn 1894.

[4]) Kraft: Zur Physiologie des Flimmerepithels bei Wirbeltieren. Pflügers Archiv. 47. Bd. Bonn 1890.

Resultate kommt, dass das Flimmerepithel eine ausgesprochene mechanische Erregbarkeit besitze, wie dies seiner physiologischen Aufgabe mechanischer Arbeit entspreche. Dass auch er die eben erwähnte Anschauung von Purkinje und Valentin teilt, geht aus seinen einleitenden Worten hervor, in denen er betont, wie wenig bis jetzt die Faktoren aufgeklärt seien, welche den Epithelialbelag der Bronchien und der Trachea den sezernierten Schleim samt dem inhalierten Staub entgegen der Schwere nach oben und aussen schaffen lassen.

Schlagen wir die betreffenden Kapitel in den Lehrbüchern der Physiologie nach, so finden wir fast überall: Der physiologische Nutzen der Flimmerbewegung besteht in der Fortbewegung des Schleims gegen die Ausführungsgänge hin.

So lesen wir z. B. im Landois und Stirling[1]):

The moving cilia propel fluids or particles along the passages which they line. By carrying secretions along the tubes which they line towards where these tubes open in the surface, they aid in excretion. In the respiratory passages they carry outwards along the bronchi and trachea the mucus formed by the mucous glands in these regions. When the mucus reaches the larynx, it is either swallowed or coughed up.*)

Hermann[2]) schreibt: „Die nach aussen gerichtete Flimmerbewegung in den Luftwegen ist für die Herausbeförderung von Schleim, Russ, Staub aus der Lunge von fundamentaler Bedeutung."

Bei Bernstein[3]) finden wir: „Die Richtung der Bewegung

[1]) Landois and Stirling, A Text-Book of Human Physiology. London 1885.

*) Vgl. ferner auch Landois, Lehrbuch der Physiologie. 10 Auflage 1890. § 141. pag. 264.

[2]) Hermann, Lehrbuch der Physiologie 10. Auflage Berlin 1892.

[3]) Bernstein, Lehrbuch der Physiologie. Stuttgart 1894.

der Flimmerzellen im Respirationstraktus geschieht von Innen nach Aussen und hat die Aufgabe, abgesonderten Schleim, sowie mit der Athmung eingedrungene Staubteilchen nach Aussen zu befördern."

Wir sehen also überall dieselbe Anschauung. Nur bei Gruenhagen[1]) habe ich eine Bekämpfung dieser Ansicht gefunden, allerdings mit wenig einleuchtenden Gründen. Es heisst dort: „Auf Schleimhäuten schreibt man meist dem Flimmerepithel die Aufgabe zu, das schleimige Sekret nach dem normalen Ausweg zu befördern. Hiergegen lässt sich einwenden, dass im Normalzustand von der Nasen- und Bronchial-Schleimhaut z. B. gar kein Sekret nach Aussen befördert wird."

Die eben erwähnten Anschauungen von Valentin-Purkinje, von Kraft, Hermann und Bernstein beziehen sich wohl nur auf das normalerweise abgesonderte Sekret, wie dies im Landois-Stirling[2]) auch noch direkt hervorgehoben wird, indem es dort weiter heisst: ›In bronchitis the ciliated epithelium is shed, and hence the mucus tends to accumulate in the bronchi.«

Prüfen wir nun die drei Hauptgründe, durch welche Henle[3]) zu beweisen sucht, dass die Flimmerbewegung in dem Respirationstraktus nicht zum Fortschaffen der Sputa dienen könne: Erstens sei nämlich die Kraft der Flimmerepithelien zu gering, zweitens gehe die Flimmerbewegung in den Bronchien nicht von innen nach aussen, sondern umgekehrt, und drittens werde das Flimmerepithel schon bei leichten Graden von Entzündung, also gerade in den Fällen, wo der Auswurf reichlicher werde, vernichtet.

Den zweiten Einwand müssen wir von vornherein fallen lassen, denn durch sämmtliche Beobachter ist festgestellt,

---

[1]) Gruenhagen, Lehrbuch der Physiologie. Hamburg u. Leipzig 1883.

[2]) A. a. O.

[3]) A. a. O. pag. 282.

dass beim Menschen die Flimmerbewegung im Respirationstraktus von innen nach aussen d. h. von den Ästen gegen die Stämme gerichtet ist.

Dagegen scheint mir sein erster Einwand wohl der Beachtung wert.

Da die Bedeutung der Flimmerbewegung nach Ansicht fast aller Autoren in ihrer mechanischen Leistung beruht, so hat man auch versucht, die Grösse dieser Arbeitsleistung zu messen. Haben nun zwar auch diese Untersuchungen von Bowditch[1]) und Jensen[2]) relativ hohe Werte ergeben, so wird doch die obige Anschauung Henles durch Beobachtungen anderer Forscher bestätigt. Denn erstens haben fast sämmtliche Beobachter nur kleinste Teilchen durch die Flimmerzeilen fortbewegen gesehen, und zweitens geben auch alle zu, dass die Energie der Bewegung von dem umgebenden Medium abhängig sei und durch dichten Schleim[3]) etc. bedeutend verlangsamt werde. Hierfür spricht auch folgende Beobachtung von Engelmann[4]):

»Durch den dünnen membranartigen schleimigen Überzug wird der Bewegung der Flimmerhaare ein bedeutendes mechanisches Hindernis gesetzt. Wie man unter dem Mikroskop leicht konstatiren kann, reiben sich die Spitzen der Flimmerhaare an dem sie bedeckenden schleimigen Überzug, und werden an grossen und raschen Exkursionen verhindert. Anfangs zwar, wenn die Schleimlage noch sehr dünn ist, wird sie durch die Thätigkeit der Cilien rasch nach abwärts getrieben, am unteren Ende der Schleimhaut

[1]) Bowditch: Force of ciliary motion. Boston medic. and surgic. Journal 1876 Aug. 10.

[2]) P. Jensen: Die absolute Kraft einer Flimmerzelle. Pflügers Archiv 54. Bd. Bonn 1893 p. 537.

[3]) G. Valentin: Flimmerbewegung. Handwörterbuch der Physiologie mit Rücksicht auf physiologische Pathologie von Dr. Wagner. Braunschweig 1842 Bd. I. p. 484.

[4]) A. a. O. p. 390.

häuft sich dann schon innerhalb einiger Minuten ein dicker Wall von Schleim auf. Je mehr sich aber der schleimige Überzug der Membran verdickt, um so mehr wird die Bewegung verlangsamt.«

Diese Schilderung von Engelmann, der wohl am genauesten und eingehendsten die Flimmerbewegung studiert hat, zeigt deutlich genug, dass die Flimmerhärchen wohl imstande sind, die im normalen Zustande von der Schleimhaut abgesonderten geringen Sekretmassen samt den darin suspendierten Staubteilchen etc. nach aufwärts zu bewegen, dass dagegen ihre Kraft gegenüber dem in manchen Krankheiten massenhaft ausgeschiedenen mehr oder minder zähen Schleim vollkommen machtlos ist. —

Wenden wir uns jetzt zu dem letzten Henleschen Einwand, so müssen wir bedauern, dass nur so wenige Beobachtungen über die Verhältnisse der Flimmerbewegung in krankhaften Prozessen vorliegen, die sich noch dazu widersprechen. Während Valentin[1]), Landois-Stirling[2]) und Ziegler[3]) z. B. behaupten, dass das Flimmerepithel durch Entzündung und Katarrhe zu Grunde gehe, ist Bühlmann[4]) entgegengesetzter Ansicht. Er begründet seine Anschauung zwar nur dadurch, dass er bei akuten Katarrhen der Luftröhre und der Bronchien im Auswurf sehr wenig Flimmerepithel, dagegen wohl Cylinderepithel gefunden habe. Nun sind aber die übrigen Beobachter darin einig, dass die Flimmerzellen, sobald sie im Auswurf erscheinen, meist bereits ihrer Cilien beraubt sind, sodass hier vielleicht ein Irrtum von Bühlmann vorliegt.

---

[1]) A. a. O. p. 485 und Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Braunschweig 1844. Bd. I. p. 29.

[2]) A. a. O.

[3]) Ziegler, Lehrbuch der speziellen pathologischen Anatomie. 7. Aufl. Jena 1892 p. 646.

[4]) Bühlmann: Beiträge zur Kenntniss der kranken Schleimhaut der Respirationsorgane und ihrer Produkte durch das Mikroskop. Bern 1843 p. 40.

Wie wenig die Ansichten über diesen Gegenstand selbst in der neueren Litteratur geklärt sind, ersieht man beispielsweise aus den folgenden Worten von v. Jaksch[1]: Relativ selten, auch bei intensiven Erkrankungen der Bronchien, tritt Flimmerepithel im Auswurf auf, jedoch auch in diesem Falle scheint das Flimmerepithel häufiger dem Sputum beigemengtem Nasenschleime, als der bekanntlich mit Flimmerepithel versehenen Trachealschleimhaut seinen Ursprung zu verdanken . . . . Treten diese Zellen jedoch in sehr grosser Menge auf, so spricht dies für einen beginnenden akuten Katarrh in der Trachea und den Bronchien.»

Nach den bis jetzt vorliegenden Untersuchungen müssen wir also die letzte Frage, ob das Flimmerepithel bei Katarrhen etc. in den Bronchien zu Grunde gehe, vorläufig offen lassen, mit dem Bemerken jedoch, dass dies höchstwahrscheinlich der Fall ist. Denn aus der von allen Beobachtern konstatierten Empfindlichkeit sämmtlicher Flimmerzellen gegen sehr geringe Aenderung der äusseren Bedingungen lässt sich schliessen, dass auch die Änderungen, welche z. B. bei einem Bronchialkatarrh eintreten, zu einer Vernichtung der Flimmerhärchen führen. Und ebenso wahrscheinlich ist es, dass, solange diese Schädlichkeiten andauern, auch die Regeneration des Epithels nicht eintritt, oder, wenn sie eintreten sollte, doch ebenso schnell wieder eine Degeneration desselben erfolgt. - Allerdings lässt sich nicht leugnen, dass es etwas Missliches hat, die bis jetzt gefundenen Resultate auf dem Gebiete der Flimmerbewegung, die fast ausschliesslich durch Untersuchungen an Tieren gewonnen sind, ohne Weiteres auf das Flimmerepithel des Menschen zu übertragen, wo dasselbe sogar je nach dem verschiedenem Sitz verschiedene Eigenschaften zu haben scheint, indem z. B.

[1]) R. v. Jaksch, Klinische Diagnostik innerer Krankheiten mittels bakteriologischer, chemischer und mikroskopischer Untersuchungsmethoden. Wien und Leipzig 1887 p. 62.

alle Beobachtungen übereinstimmen, dass das Flimmerepithel bei Nasenkatarrhen zu Grunde gehe, während, wie wir oben gesehen haben, dies bei Bronchialkatarrhen vorläufig noch unentschieden gelassen werden muss. Daher stammen wohl auch zum grossen Teil die Widersprüche in der Beobachtung der Wirkung chemischer Substanzen auf die Flimmerbewegung. Schon Sharpey[1]) hat nachgewiesen, dass dieselben chemischen Agentien auf die Flimmerhaare verschiedener Tiere sehr verschieden wirken. — So liegen z. B. direkt widersprechende Angaben über die Wirkung des Ammoniaks vor, indem Virchow[2]) ihm nach seinen Beobachtungen am menschlichen Flimmerepithel lähmenden Einfluss zuschreibt, während Engelmann[3]) bei seinen Untersuchungen an tierischem Material von ihm eine belebende Wirkung auf die Flimmerbewegung gesehen hat. Dasselbe gilt ferner vom Schwefeläther. Claude Bernard[4]) und Huizinga[5]) behaupten, Schwefeläther der überströmenden Luft beigemischt hebe die Flimmerbewegung vollkommen auf, gemäss ihren Untersuchungen an den Flimmerhaaren von Tieren, während Hölscher[6]) durch seine Versuche am Menschen zu dem Resultate kommt, dass bei Äthernarkose die Flimmerung des Bronchial- und Trachealepithels nicht gestört ist. —

---

[1]) Sharpey, Todd Cyclopaedia of Anatomie and Physiology. London 1836 Vol. I. p. 606—638.

[2]) Virchow: Über die Erregbarkeit der Flimmerzellen. Virchows Archiv Bd. VI. Berlin 1854.

[3]) Engelmann: Flimmeruhr und Flimmermühle. Zwei Apparate zum Registrieren der Flimmerbewegung. Pflügers Archiv XV. Bd. Bonn 1877.

[4]) Claude Bernard: Leçons sur les propriétés des tissus vivants. Paris 1866.

[5]) Huizinga: Über die Einwirkung einiger Gase auf Flimmer-, Blut- und Eiterzellen. Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften. VI. Jahrg. Berlin 1868 Nr. 4 p. 50.

[6]) Hölscher: Experimentelle Untersuchungen über die Entstehung der Erkrankungen der Luftwege nach Äthernarkose. Archiv für klinische Chirurgie. 58. Bd. 1898, Heft 1 p. 175.

Diese paar Beispiele genügen wohl, um zu zeigen, wie kompliziert und z. T. wenig geklärt überhaupt noch das Phänomen der Flimmerbewegung ist, trotz der bis heute vorliegenden zahllosen und mühevollen Untersuchungen.

Sehen wir aber auch ganz von unserer letzten Frage ab, so erhellt schon aus einem anderen Punkt die Unmöglichkeit, die Flimmerbewegung für das Fortschaffen von Sekretmassen bei pathologischen Prozessen im Respirationstraktus verantwortlich zu machen. Die Teile der Lunge nämlich, welche bei gewissen Erkrankungen, z. B. bei croupöser Pneumonie, sehr grosse Massen im Verhältnis zu ihren Lumina sezernieren, wie die Alveolen und Endbronchiolen, besitzen überhaupt kein Flimmerepithel. Also müssen doch andere Kräfte für das Fortschaffen dieser Massen vorhanden sein!

Können wir nun als solche die Lungenmuskeln vielleicht ansehen?

Über die physiologische Thätigkeit und Bedeutung der Lungenmuskulatur scheint man bis jetzt noch ziemlich im Unklaren zu sein. Was man darüber weiss, beruht auf Deduktionen und indirekten Berechnungen, weil sich ihre Funktion bis jetzt noch nicht auf dem Wege des Versuchs hat erforschen lassen. - Trotz des alten Satzes: Wo Muskeln, da Bewegung , ist das Kontraktilitätsvermögen der Luftwege, die vitale Lungenkontraktion , welche allein durch Lungen-Muskelkontraktion zustande kommt, seit langer Zeit Gegenstand vielfacher Untersuchungen und lebhafter Diskussionen gewesen, indem die einen Forscher eine solche annahmen, die anderen dieselbe verwarfen, bis endlich in der neueren Zeit durch die verfeinerte Technik und nach Ausschaltung der früheren Fehlerquellen die Untersuchungen ein positives Resultat ergeben haben. Ein kurzer Überblick über die einschlägige Litteratur dürfte deshalb von Interesse sein. Hierbei kann ich mich darauf beschränken, aus der älteren Litteratur nur einige wenige Arbeiten zu erwähnen, da hierüber die

Aufsätze von Henle[1]) und Knaut[2]) gute Übersichten geben, und will hauptsächlich die neueren Forschungen aufzählen. Überdies kommt für unsere Frage von all diesen Arbeiten nur derjenige Teil in Betracht, der die Versuche über die Kontraktionsfähigkeit der Lungenmuskulatur enthält, während wir den anderen Teil über die Innervation der Bronchialmuskeln nur insoweit zu berücksichtigen brauchen, als derselbe Versuche enthält, die überhaupt Lungenkontraktion durch Nervenreizung ergeben haben.

Den Beweis für die vitale Lungenkontraktion suchte man auf zweierlei Art zu erbringen, erstens auf mehr indirekte, indem man untersuchte, ob die Lunge im Thorax eines lebend eröffneten oder eines getöteten Tieres mehr zusammensinke. Das erstere fanden Prochaska[3]) und Reisseissen[4]) und schlossen daraus, dass in diesem Falle ausser der Lungenelastizität, welche im letzteren Falle die Austreibung der Luft bewirke, noch eine andere Kraft thätig sein müsse, welche allein in der Kontraktion der Lungenmuskulatur zu suchen sei. Durch ähnliche Untersuchungen kam auch Donders[5]) zu dem Schlusse, dass im Leben ein gewisser Kontraktionszustand der Bronchialmuskeln, ein Lungentonus bestehe. — Die zweite Methode, die Kontraktionsfähigkeit zu prüfen, beruhte darauf, dieselbe durch mechanische, chemische und elektrische Reize hervorzurufen, indem man die Reizmittel sowohl auf die Lungenoberfläche als auch auf die Bronchien einwirken liess. Sämtliche Experimen-

---

[1]) a. a. O. p. 253—261.

[2]) Knaut: De vitali, quae dicitur, Pulmonum contractilitate nervis vagis irritatis. Dissert. Dorpat 1859.

[3]) Prochaska, Lehrsätze aus der Physiologie. 3. Aufl. Wien 1802 Bd. I. p. 280.

[4]) Sömmering u. Reisseissen, Über den Bau der Lungen. Berlin 1822 p. 43.

[5]) Donders: Beiträge zum Mechanismus der Respiration u. Circulation im gesunden und kranken Zustande. Zeitschrift für rationelle Medizin. Neue Folge Bd. III 1853 p. 187.

tatoren, ausgenommen Budd[1], wie Varnier,[2] Krimer,[3] Wedemeyer[4] und Williams[5] stimmen darin überein, dass durch die genannten Reize, wenigstens bei den kleineren Bronchien Kontraktionen auszulösen seien.

Auch bei den Versuchen, durch Reizung des Vagus Kontraktionen der Lungenmuskulatur herbeizuführen, erhielt die Mehrzahl der Autoren positive Resultate, so Longet[6] Volkmann,[7] Knaut,[8] Bert,[9] Gerlach,[10] Horvath,[11] Riegel-Edinger,[12] Einthoven,[13] Beer[14] und Fano-Fasola[15]. Und endlich gelang es auch, auf reflektorischem Wege die Bronchialmuskulatur zur Kontraktion zu bringen.

---

[1]) Medic. Chirurg. Transact. Tom. 24. 1841 p. 36.

[2]) Varnier: Sur l'irritabilité des Poumons. Mém. de la soc. roy. de Méd. 1779. p. 394

[3]) a. a. O.

[4]) Wedemeyer, Untersuchungen über den Kreislauf des Blutes. Hannover 1828 p. 69—72.

[5]) Williams, The Pathology and Diagnosis of diseases of the Chest 4. Ed. London 1840 p. 320.

[6]) Longet: Physiologie du système nerveux. Compt. rend. 1842.

[7]) Volkmann, Nervenphysiologie. Wagners Handwörterbuch der Physiologie 1844 Bd. II.

[8]) a. a. O.

[9]) Bert, Leçons sur la physiologie comparée de la respiration. Paris 1870. p. 370—378.

[10]) Gerlach: Über die Beziehungen der N. vagi zu den glatten Muskelfasern der Lunge. Pflügers Archiv, Bonn 1876. 13. Bd. p. 503.

[11]) Horvath: Beiträge zur Physiologie der Respiration. (Über die Contractionen der Trachea bei Säugetieren.) Pflügers Archiv, Bonn 1876. 13. Bd. p. 580.

[12]) Riegel u. Edinger: Experimentelle Untersuchungen zur Lehre vom Asthma. Zeitschrift für klinische Medizin Bd. V. Heft 3.

[13]) Einthoven: Über die Wirkung der Bronchialmuskeln. Pflügers Archiv, Bonn 1892. 51. Bd. p. 415.

[14]) Beer: Über den Einfluss der peripheren Vagusreizung auf die Lunge. Archiv für Anatomie u. Physiologie 1892.

[15]) Fano u. Fasola: Sulla contrattilità polmonare. Archivio per le Scienze mediche, Palermo 1893, XVII p. 431.

wie die Versuche von Gerlach,[1]) Sandmann,[2]) Lazarus[3]) und Franck[4]) ergeben haben.

Diese positiven Resultate sind wohl hinreichend, um die vitale Lungenkontraktion als sichergestellt anzunehmen.

Nun ist aber fast allen Autoren, die zum Nachweis der Verkleinerung der Bronchiallumina durch die Ringmuskulatur der Bronchien nach der zweiten Methode verfuhren, d. h. die mittelst eines in die Trachea gebrachten endständigen Manometers nach Reizung der Bronchien die Spannung der abgesperrten Luft in der Lunge massen, die Geringfügigkeit der durch die Bronchialverengerung bewirkten Steigung der Manometersäule aufgefallen, im Vergleich mit der Quantität der Muskeln und der Kapazität der Luftwege. Diese geringen Manometerausschläge hat man dadurch zu erklären versucht, dass man annahm, dass z. B. bei Erregung der Vagi gleichzeitig immer nur einzelne Stellen der Bronchien nach Art der peristaltischen Bewegung in Form ringförmiger Einschnürung sich kontrahierten. Auch die Übereinstimmung, welche die Bronchien in bezug auf ihre Nervenversorgung mit Magen und Darm aufweisen, indem ganglienhaltige Nervengeflechte sich bis zu den feineren Bronchien verfolgen lassen, spricht dafür, dass bei ihnen die gleichen Kontraktionserscheinungen vor sich gehen. »Es erscheint demnach höchst wahrscheinlich«, so schreibt Gerlach,[5]) »dass bei Erregung des Vagus nach Art der Peristaltik in der Wand der Bronchien Kontraktionswellen

---

[1]) a. a. O. p. 507.

[2]) Sandmann: Zur Physiologie der Bronchialmuskulatur. Archiv für Physiologie von Du Bois-Reymond, Leipzig, Jahrg. 1890 p. 252.

[3]) Lazarus: Über Reflexe von der Nasenschleimhaut auf die Bronchiallumina. Archiv für Physiologie von Du Bois-Reymond, Leipzig, Jahrg. 1891 p. 19.

[4]) Archives de Physiologie 1889, Juliheft.

[5]) a. a. O. p. 506.

ablaufen. Und die Annahme ist nicht ohne Weiteres von der Hand zu weisen, dass derartige Kontraktionen der Bronchialmuskulatur in gewissen Respirationsphasen stattfinden. Auch Lebert[1] spricht sich für eine peristaltische Bewegung der Bronchien aus und hat versucht, sie durch mehrfache Experimente zu beweisen. So hat er z. B. Tieren durch eine Glasröhre Schrot in die eröffnete Trachea gebracht und durch den starken Druck eines Blasebalgs so weit wie möglich hinabbefördert. Als dann das Tier in senkrechter Stellung fixiert wurde, damit die Schrotkörner nicht mechanisch herausfallen konnten, so fand er doch jedesmal den grössten Teil der Schrotkörner später um die Trachealwunde herum nach aussen in den Weichteilen.

Jedenfalls haben wir hiermit genügend Anhaltspunkte, um eine peristaltische Bewegung der Bronchien nach dem jetzigen Stande der Untersuchungen für durchaus wahrscheinlich zu halten, und für ebenso wahrscheinlich, dass diese peristaltische Bewegung, wenigstens in den kleineren und mittleren Bronchien, zur Fortbewegung der in denselben in grösserer Menge vorhandenen Sekretmassen dient.

Wenden wir uns nun zunächst zu den Einwürfen, welche Nicaise[2]) gegen diese Theorie erhebt.

»Il semble naturel à priori d'admettre que les bronches se contractent et se retrécissent pour expulser les crachats et on en a conclu qu' elles se rétrécissent pendant l'expiration, puisque c'est pendant ce temps de la respiration que les crachats sortent, et alors, si elles se rétrécissaient pendant l'expiration, elles se dilataient pendant l'inspiration; telle est, en effet, l'opinion admise par Beraud, Huschke, Budge, Longet, Béclard, Beaumis, Dubar etc. Mes expériences démontrent que c'est l'inverse qui a lieu, la

[1]) Lebert, Klinik der Brustkrankheiten. Tübingen 1874. p. 6.

[2]) a. a. O. p. 984 u. 985.

trachée et les bronches se dilatent pendant l'expiration, se rétrécissent pendant l'inspiration.«

Also sein erster Einwand ist der, dass die Bronchien sich nach seinen Untersuchungen nicht während der Expiration kontrahieren, sondern während der Inspiration. Er ist übrigens nicht der erste, der das gefunden. Schon Biermer[1]) sagt: »Die Bronchialmuskeln sind ohne Zweifel Antagonisten der Inspiratoren, ungefähr so wie die Gefässmuskeln Antagonisten des Herzmuskels sind. Als Factoren des Lungentonus schaffen sie zweckmässige Widerstände gegen zu starke inspiratorische Ausdehnung der Luftwege.« Auch bei Neupauer[2]) finden wir die Anschauung von der Verengerung des Luftröhrensystems während der Inspiration. Dies ist aber die tonische Kontraktion, neben der jedoch ganz unabhängig die peristaltische Kontraktion bestehen kann, wie ja auch nach Henle[3]) im Darmkanal sicher beide vorkommen. Auch Sandmann[4]) hat sowohl Kontraktion der Bronchialmuskeln während der Inspiration, als auch bei Kitzelreizung der Larynxschleimhaut, die Husten hervorruft, eine entsprechende reflectorische Thätigkeit der Bronchialmuskeln beobachtet, welche die Herausbeförderung von Schleim aus den Bronchiolen in hervorragender Weise nach seiner Meinung fördert. Auch Biermer[5]) hält beide Bewegungen nebeneinander für möglich, denn, wie wir oben gesehen haben, spricht er die Bronchialmuskeln erstens für Antagonisten der Inspiratoren an, zweitens giebt er aber

---

[1]) Biermer: Über Bronchialasthma. Sammlung klinischer Vorträge von Volkmann. Leipzig 1870. No. 12 p. 42.

[2]) Neupauer: Die physikalischen Grundlagen der Pneumatometrie und des Luftwechsels in den Lungen. Deutsches Archiv für klinische Medicin, 23. Bd. Leipzig 1879 p. 487 u. 488.

[3]) a. a. O. p. 280.

[4]) a. a. O. p. 258.

[5]) a. a. O. p. 42 u. 43.

auch zu, dass sie Exspirationszwecken dienen können. Er hält es allerdings für zweifelhaft, ob dieselben bei der gewöhnlichen Ausatmung beteiligt sind, doch nimmt auch er an, dass sie bei gewissen forcierten Exspirationsakten und besonders bei der Expectoration eine austreibende Rolle spielen, und denkt dabei an die analoge Funktion der circulären Muskelschichten anderer Schleimhautkanäle.

Hiermit dürfte der erste Nicaise'sche Einwurf gefallen sein. Prüfen wir den zweiten!

«M. Marc Sée l'a dit déjà: «si la contraction de l'urètre chasse les dernières gouttes d'urine, elle le fait en mettant les parois du canal en contact; rien de semblable ne peut se produire dans les bronches.»

Auch dieser Einwand entbehrt der thatsächlichen Begründung. — Lebert[1] schreibt: Was zuerst die Möglichkeit bedeutender Contractur der Bronchialmuskeln betrifft, so ist sie durch die neueren histologischen Untersuchungen, welche die ganze Kraft dieser Muskulatur beweisen, ausser Zweifel gesetzt. . . . Bei den kleinen Bronchien tritt Muskelstruktur und Muskelkraft im Vergleich mit denen in grösseren Bronchien viel bestimmter hervor. Will man sich von dem Grade der Verschlussfähigkeit der Bronchien einen Begriff machen, so muss man vor Allem auf die mechanischen Verhältnisse einen Augenblick zurückkommen. Nach den Messungen von Franz Eilhard Schulze[2] beträgt die Muskelschicht menschlicher Bronchien von 4 mm Durchmesser 0,1 mm, bei solchen von 2 mm Durchmesser nur 0,05 mm, unter dem Knorpel sind die Muskelzüge gewöhnlich schwächer. Die Muskelschicht beträgt also hier den 40. Teil des Durchmessers des Rohres, und da ungefähr die äussere Faserschicht und die Epitheliallage 5 bis 6 × soviel Raum des Quer-

[1] a. a. O. p. 438.

[2] Strickers Gewebelehre. Leipzig 1870. Tom. I. p. 468.

schnitts einnehmen, als die Muskellage, so bleibt für den Radius ein ungefähr 5 × grösserer Teil als für die Wandung. Diese Verhältnisse sind derart, dass bei starrer Kontraktur der glatten circulären Muskeln eine dem Verschluss nahe kommende Verengerung des Calibers zustande kommen kann.

Hierdurch wäre erstens bewiesen, dass in den kleineren Bronchien doch die Möglichkeit einer vollkommenen Einschnürung vorliegt. Zweitens ist aber ein solch vollständiger Verschluss gar nicht nötig, um bei peristaltischer Bewegung den Inhalt in einer Röhre fortzubewegen. Im Darmrohr «schiebt ebenfalls nur eine sich am Rohr entlang bewegende Verengerung den Inhalt vor sich her.» [1])

Hiernach können wir also auch den zweiten Einwand Nicaises als hinfällig ansehen. Gehen wir nun noch kurz auf seine Theorie von der Fortbewegung der Sekrete in den Bronchien ein, so werden wir sehen, dass dieselbe sehr wenig Wahrscheinlichkeit für sich hat. Er schreibt nämlich:

Pendant l'inspiration, la vitesse de l'air est plus rapide, mais sa tension est négative pendant tout le temps de l'inspiration; dans l'expiration la vitesse de l'air est plus lente, mais sa tension est positive et plus forte, au début surtout; le crachat sera donc soumis à une pression plus grande pendant l'expiration, malgré la dilatation du conduit, et cette pression le portera vers le larynx; c'est la seule cause que l'on puisse trouver à la progression du crachat pendant la respiration calme.»

Gegen diese Auffassung sprechen dieselben Gründe, wie oben gegen die Ansicht, dass der Husten allein für die Expectoration verantwortlich zu machen ist: Erstens genügt der ja immerhin doch nur geringe Exspirationsdruck nicht zur Fortbewegung der Schleimmassen, zweitens kann der Luftstrom doch aber nur wirken, wenn er hinter oder unter

[1]) Landois, Lehrbuch der Physiologie. Wien und Leipzig 1893. 8. Aufl. p. 293.

das zu befördernde Sekret gelangt, was ja aber z. B. bei einer Pneumonie oder Bronchiolitis mehr oder minder ausgeschlossen ist.

Nachdem sich so einerseits die Nicaise'schen Einwände gegen die Theorie von der Wirkung der Bronchialmuskulatur bei Aufwärtsbewegung der Sputa als nicht stichhaltig, andererseits seine Auffassung als höchst unwahrscheinlich erwiesen haben, sind wir gezwungen nach dem jetzigen Stande der Dinge, die Henle'sche Theorie von der peristaltischen Bewegung der kleinen und mittleren Bronchien als die am meisten wahrscheinliche anznnehmen.

Gehen wir nun noch auf die weiteren Gründe ein, die sich für diese Erklärung anführen lassen. — Von denen Henles verdienen wohl zwei die nähere Betrachtung: Erstens werde die Expectoration durch Lähmung der Bronchien aufgehoben, zweitens durch Erregung derselben gesteigert.

Als Beweis für den ersten Grund führt er die bekannte Thatsache an, dass Säugetiere nach Durchschneidung beider Vagi bald suffokatorisch sterben, und dass man bei der Obduktion die Bronchialäste von Exsudaten angefüllt findet. Der Befund sei zu erklären, dass durch die Nervendurchschneidung Lähmung der Blutgefässe und der Bronchialmuskulatur einträte. Die erstere bewirke die Exsudation, die zweite das Stocken der Exsudatmassen. Allein würden diese Versuche zwar nicht beweiskräftig sein, da mit Durchschneidung der Vagi ja auch die Sensibilität der Bronchialschleimhaut erlischt und somit auch die Bedingung zur Erregung des Hustens. Da wir aber oben die Unwahrscheinlichkeit der Erregung des Hustens von den kleinen und mittleren Bronchien aus auch bei intakter Innervierung nachgewiesen haben, so ist die Thatsache, dass nach Lähmung der Bronchien die Fähigkeit zu expektorieren erlischt, doch wohl als Beweis anzusehen.

Den zweiten Grund sucht Henle durch die Wirkung der Brechmittel, namentlich der Antimon-Präparate als Expectorantien zu beweisen. Hat man wohl jemals ernstlich ., so schreibt er, über den Nutzen der Brechmittel beim Croup, beim feuchten Asthma und dgl. nachgedacht? Sie befördern die Lösung und das Auswerfen des Schleims, sagt man, durch die Erschütterung und durch Zusammenpressen des Thorax. Dies ist eine von den Jahrhunderte lang fortgepflanzten ärztlichen Wahrheiten, die man, gleich den eingeäscherten Pergamentrollen in Pompeji, nur anzurühren braucht, damit sie in Staub zerfallen. Beim Brechen wird, wie bei allen Anstrengungen, um Contenta der Unterleibshöhle zu entleeren, die Brust nicht zusammengedrückt, sondern ausgedehnt; Anfüllung der Lunge mit Luft, wodurch das Zwerchfell herabgedrückt wird, und Schliessen der Glottis, damit es herabgedrückt bleibe, sind Bedingungen, ohne welche die Bauchmuskeln garnicht zur Verengung der Unterleibshöhle wirken könnten. Und vollends die Erschütterung! Wäre es nicht eben so gut, den Kranken tüchtig zu klopfen und zu rütteln, und würde damit wohl eine Bewegung der Sputa nach oben erzielt werden? Zuletzt muss man erinnern, dass der Akt des Erbrechens garnicht notwendig ist, um den gewünschten Erfolg zu erzielen. Die Emetica leisten in gebrochener Dosis dieselben oder fast dieselben Dienste, und das Erbrechen ist bei Croup, Pneumonie etc., wie in vielen anderen Fällen, nicht Ursache der Genesung, sondern nur Symptom der vollen Wirkung des Mittels. Diese aber beruht im Allgemeinen in Erreguug der unwillkürlichen oder sogenannten organischen Muskelfasern«.

Wir hätten also zwei Hauptgesichtspunkte: Die übliche Erklärung von der Wirkung der Emetica zugleich als Expectorantia ist falsch; durch Erbrechen wird kein Zusammenpressen der Lungen herbeigeführt, im Gegenteil, um die Bauchpresse, die bei starkem Erbrechen in Thätigkeit tritt,

zur vollen Wirkung zu bringen, ist eine Kontraktion des Zwerchfells nötig, wodurch der Thorax erweitert wird. Dass diese Anschauung auch die der neueren und bedeutendsten Physiologen ist, ersehen wir aus den betreffenden Kapiteln im Landois,[1]) Bernstein[2]) etc.

Die Wirkung der Emetica als Expectorantia ist vielmehr, soweit es sich um den ausstossenden Mechanismus handelt, nach Analogie ihrer Wirkung auf den Darmtraktus auch in derselben Wirkung auf die glatten Muskelfasern der Lunge zu suchen. Dass letzteres der Fall ist, kann man ferner aus den Untersuchungen von Nobiling u. Meierhofer[3]) über Tartarus stibiatus entnehmen, die u. A. fanden, dass bei dem Gebrauch dieses Mittels erschwertes Athmen auftritt, welches wohl von der Kontraktion der Bronchialmuskulatur herzuleiten ist. In gleicher Weise ist vielleicht auch die Wirkungsweise der Alkalien auf den austreibenden Akt in den Bronchien zu erklären, von deren Hauptvertretern, den Natriumsalzen durch Nothnagel[4]) die Einwirkung auf die Muskulatur des Darmes in Form von peristaltischen Bewegungen beobachtet ist. Dass auch in physiologischer Beziehung viele Analogieen zwischen Darm und Bronchien vorhanden sind, ist ja, wie wir oben gesehen, von vielen Experimentatoren anlässlich ihrer Versuche über die Bronchialmuskulatur ausgesprochen.

Durch die peristaltische Bewegung der Bronchien wäre nun zwar die Heraufbeförderung der Sputa in dem Bronchialbaum selbst erklärt, aber noch nicht, wie letztere aus den Alveolen, z. B. bei croupöser Pneumonie, in die Bronchiolen gelangen. Auch für diesen Akt müssen wir die

[1]) a. a. O. p. 292 u. 297.

[2]) a. a. O. p. 210.

[3]) cit. Schulz, Grundriss der praktischen Arzneimittellehre. Stuttgart 1888. p. 29.

[4]) cit. Schulz p. 40

glatten Muskelfasern der Alveolenwände verantwortlich machen.

Die Existenz dieser Muskeln ist lange bestritten worden, dürfte jetzt aber wohl nach den Untersuchungen von Piso-Borme,[1] Rindfleisch,[2] Orth,[3] Buhl,[4] Eberth,[5] Köllicker[6] und Stirling[7] gesichert sein. Einige von ihnen (Rindfleisch, Köllicker) haben gerade um den Eingang der Alveolen herum einen »sphincterartigen« Ring von glatten Muskelfasern gefunden. Dass dieser durch eventuelle Kontraktion den Schleim aus dem Infundibulus zu entfernen im stande ist, liegt auf der Hand, und diese Bestimmung wird ihm wie auch den übrigen glatten Muskelfasern in den Alveolenseptis von Piso-Borme[8] und Sandmann[9] zugesprochen. Schiff[10] berichtet von Kontraktion der Lungenbläschen nach Vagusreizung, die also nur auf Wirkung der glatten Muskelfasern in denselben zu

---

[1] Piso-Borme: Anatomisch-physiologische Studien über die Gegenwart glatter Muskelfasern in den Lungenbläschen der Wirbeltiere. Jac. Moleschott, Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Tiere. X. Bd. 1870.

[2] Rindfleisch: Die Muskulatur der kleinen Bronchien und des Lungenparenchyms. Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften. X. Jahrgang, Berlin 1872. p. 65.

[3] Orth: Zur Kenntnis der braunen Induration der Lunge. Virchows Archiv 58. Bd. 1873. p. 126.

[4] Buhl, Lungenentzündung, Tuberkulose und Schwindsucht. München 1873. 2. Aufl. p. 58.

[5] Eberth: Über Hyperplasie der Muskeln des Lungenparenchyms. Virchows Archiv 72. Bd. 1878.

[6] Köllicker cit. bei Sandmann: Zur Physiologie der Bronchialmuskulatur. s. o.

[7] Stirling: An Hyperplasia of the muscular tissue of the Lungs. The Journal of Physiology 1878/79. Vol. I p. 66.

[8] a. a. O.

[9] a. a. O.

[10] Schiff: Einfluss des Vagus auf die Lungenbläschen. Pflügers Arhciv Bd. IV. Bonn 1871. p. 227.

setzen wäre. Diese Behauptung wird allerdings von anderen Autoren wie Gerlach[1]) und Beer[2]) bestritten.

Fassen wir noch einmal unsere Resultate zusammen, so ergiebt sich für die Art der Entleerung des Bronchialbaumes folgender Mechanismus: Im normalen Zustande genügt die Arbeit der Flimmerzellen, um die nur gering produzierte Schleimschicht mit den eingeathmeten Staubteilchen aus den tieferen Luftwegen in die oberen zu befördern, wo sie die dort empfindlichere Bronchial-, Tracheal- oder Larynx-Schleimhaut reizen, wodurch reflektorisch der Husten ausgelöst wird, welcher die bereits zusammengeballten Schleimmassen durch die Glottis in Rachen und Mundhöhle schleudert.

Bei pathologisch verstärkter Sekretion dagegen bewirken die glatten Muskelfasern in den Alveolen durch Kontraktion, in den Bronchiolen, kleinen und mittleren Bronchien durch Kontraktion nach peristaltischem Typus die Aufwärtsbewegung der Massen bis in die grösseren Bronchien, wo dann wieder reflektorisch der Husten hervorgerufen wird, der ihre endgültige Austreibung besorgt.

Bei Zugrundelegung dieser Anschauung dürften vielleicht auch weitere Untersuchungen über die Wirkung der Expectorantien angezeigt sein. Denn die Kenntnisse inbezug auf die Anwendung sogenannter exspectorierender Arzneimittel sind zum grössten Teil nur empirische. Die wenigen genaueren Aufschlüsse, die wir über die Art und Weise ihrer Wirkung besitzen und den Untersuchungen Rossbach's[3]) verdanken, klären uns nur über die Einwirkung auf die Sekretion auf, während wir von ihrer Einwirkung auf den austreibenden Mechanismus noch fast garnichts wissen.

[1]) a. a. O. p. 505.

[2]) a. a. O.

[3]) Rossbach: Über die Schleimbildung und die Behandlung der Schleimhauterkrankungen in den Luftwegen. Festschrift zur dritten Säkularfeier der Alma Julia Maximiliana. Leipzig 1882.

Zum Schlusse erfülle ich die angenehme Pflicht, Herrn Geheimrat Professor Dr. Krabler meinen herzlichsten Dank auszusprechen sowohl für die Anregung zu dieser Arbeit, als auch für die grosse Liebenswürdigkeit und Güte, mit der dieser, mein hochverehrter Lehrer, mir stets bei der Abfassung dieser Arbeit ratend und fördernd zur Seite stand. In gleicher Weise bin ich Herrn Geheimrat Professor Dr. Landois zu Dank verpflichtet für die Freundlichkeit, mit welcher er mir die Institutsbibliothek zur Verfügung stellte, und für das Interesse, das er meiner Arbeit entgegenbrachte.

Lebenslauf.

Ich, Karl Emil Koepke, evangel. Konfession, wurde am 27. December 1876 zu Magdeburg geboren. Meinen ersten Unterricht erhielt ich in der Vorbereitungsschule daselbst. Ostern 1886 bis Ostern 1895 besuchte ich das Königliche Domgymnasium zu Magdeburg, das ich mit dem Zeugnis der Reife verliess. Um mich dem Studium der Medizin zu widmen, bezog ich die Universität Greifswald, wo ich am 25. Februar 1897 das Tentamen physicum, am 1. März 1899 das Tentamen medicum und am 6. März 1899 das Examen rigorosum bestand.

Während meiner Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen, Kurse und Kliniken folgender Herren Professoren und Docenten:

Ballowitz, Bonnet, Busse, Credner, Fuchs, Gebhard, Gerulanos, Grawitz, Helferich, Hoffmann, Krabler, Landois, Leick, Limpricht, Löffler, Mosler, Müller, Oberbeck, Peiper, Pernice, von Preuschen, Richarz, Rosemann, Schirmer, Schmöle, Schmitt, Schulz, Schütt, Solger, Strübing, Tilmann.

Allen diesen meinen hochverehrten Lehrern danke ich an dieser Stelle verbindlichst. Zu ganz besonderem Danke aber bin ich verpflichtet den Herren Prof. Dr. Grawitz, Geh. Med. Rat Prof. Dr. Krabler, Geh. Med. Rat Prof. Dr. Mosler, Geh. Med. Rat Prof. Dr. Pernice und Prof. Dr. Tilmann, an deren Instituten resp. Kliniken und Polikliniken ich längere Zeit als Volontairarzt thätig sein durfte.

Thesen.

I.

Die Anwendung der Apparate zur Einatmung komprimierter Luft (Waldenburg) verdient bei vielen Erkrankungen der Atmungsorgane und bei der Nachbehandlung der Thoracocentese grössere Beachtung.

II.

Die Entwicklung und das Wachstum der Milchzähne kann niemals die Ursache irgend welcher Krankheiten sein. Die uralte Lehre von der Dentitio difficilis und den Zahnkrankheiten widerspricht den Ergebnissen der anatomischen, physiologischen und pathologischen Forschungen und ist daher zu verwerfen.

III.

Alle alkoholhaltigen Getränke sind aus der regelmässigen Diät der Kinder zu verbannen. Auch bei kranken Kindern sollten sie nur als Erregungsmittel, nicht als sogenannte Kräftigungsmittel vom Arzte verordnet wer den.